

IP12 Rec'd PCT/PTO 20 JAN 2006

Beschreibung:Magnetisches Lagerelement

Die Erfindung betrifft ein magnetisches Lagerelement mit wenigstens einem ringförmigen Permanentmagneten, der von einer ringförmigen Bandage umgeben ist.

Derartige magnetische Lagerelemente für Magnetlagerungen sind bekannt. Das Dokument DE 38 08 331 C2 offenbart ein Magnetlager, welches zwei in sich geschlossene Lagerkomponenten, ein Stabilisierungslager und ein Schwerpunktlager, aufweist. Diese berührungslose Lagerung wird durch ringförmige Permanentmagnete und zumindest einen weiteren Satz von Magnetringen, die einen gegenüber dem ersten Satz entgegengesetzte axiale Magnetisierung aufweisen, erreicht. Derartige Lagerungen werden vorwiegend in Maschinen, die bei sehr hohen Drehzahlen betrieben werden, wie beispielsweise Turbomolekularpumpen oder Schwungradern, eingesetzt.

Um zu verhindern, daß sich die ringförmigen Permanentmagnete des Stabilisierungslagers infolge der bei hohen Drehzahlen auftretenden großen Zentrifugalkräfte in einem Maße ausweiten, daß die zwischen den Magneten liegende Fügepassungen verloren gehen, und die Magnete platzen oder sich in axialer Richtung verschieben und von der Nabe lösen, werden bei der Montage der Lagerelemente konzentrische Bandagen aus hochfestem, unmagnetischem Mate-

rial mit hoher Zugfestigkeit, vorzugsweise aus einem Kohlefaserwerkstoff mit hoher tangentialer Vorspannung, von außen auf die ringförmigen Permanentmagnete aufgezogen. Diese Bandagen üben hohe, nach innen gerichtete, den während des Betriebes auftretenden Zentrifugalkräften entgegenwirkende Radialkräfte auf die ringförmigen Permanentmagnete aus.

Ein erheblicher Nachteil besteht darin, daß ein Großteil der Bandagenvorspannung schon zur Schließung der radialen Fügespalte zwischen den konzentrischen Magneten, sowie zwischen dem innen liegenden Magneten und der Rotornabe benötigt wird. Wegen der bei sehr hoher Drehzahl auftretenden, extrem großen Zentrifugalkräfte können die zulässigen Zugspannungen in der Bandage sowie die zulässige Druckspannung des Magnetmaterials überschritten werden. Folge ist, daß entweder die Bandagen oder die ringförmigen Permanentmagnete zerstört werden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein magnetisches Lagerelement bereitzustellen, welches zur Schließung der Fügespalte zwischen den Permanentmagneten eine geringere Vorspannung der Bandagen benötigt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der jeweilige Permanentmagnet an wenigstens einer Stelle aufgetrennt und dort beabstandet ist. Durch diese Auftrennung wird die bei einem nicht aufgetrennten Permanentmagneten auftretende tangential Stützkraft eliminiert. Der aufgetrennte Permanentmagnet kann dadurch von

der Bandage mit einem wesentlich geringeren Druck zur Überwindung der Fügspalte beaufschlagt werden. Folge ist, daß entweder wesentlich größere Zentrifugalkräfte auf den Permanentmagneten wirken können, ohne daß letzterer sich aufweitet und sich von der Nabe löst bzw. sich in axialer Richtung verschiebt, oder die Vorspannung kleiner gewählt werden kann, wodurch die Gefahr des Zerstörens der Bandage bzw. des Magneten verringert wird.

Die notwendige Bandagenvorspannung kann noch kleiner gewählt werden, wenn der Permanentmagnet an mehreren Stellen aufgetrennt und beabstandet ist. Die Auftrennung kann als ein sich radial erstreckender Schlitz ausgebildet sein.

Wenn die aufgetrennten Stellen über dem Umfang des Permanentmagneten gleichmäßig verteilt sind, wird eine homogene Verteilung der durch die Vorspannung der Bandage auf den Permanentmagneten wirkenden Kraft erreicht. Auch werden unzulässige Biegespannungen in den Magnetringen vermieden.

In an sich bekannter Weise kann das Lagerelement mehrere, konzentrisch zueinander angeordnete Permanentmagnete aufweisen, die sämtlich an wenigstens einer Stelle aufgetrennt und dort beabstandet sind. Auch hier wird die bei ungeschlitzt ausgeführten Permanentmagneten auftretende tangentielle Stützkraft eliminiert. Die zur Herstellung eines festen Druckkontaktes zwischen den Mantelflächen

der einzelnen Permanentmagnete notwendige Vorspannung der Bandage kann dadurch geringer gewählt werden.

Bei Anordnung mehrerer konzentrisch zueinander angeordnete Permanentmagnete können die Stellen, an denen die Permanentmagnete aufgetrennt sind, vorteilhaft in Umfangsrichtung zueinander versetzt sein. So wird die Lagerstabilität weiter erhöht, die durch die Vorspannung auf die Magnete wirkende Kraft homogen verteilt und die Montage erleichtert.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Untersprüchen und der folgenden Figurenbeschreibung offenbart.

In der Zeichnung ist die Erfindung an Hand eines Ausführungsbeispiels näher veranschaulicht. Sie zeigt einen Querschnitt durch das erfindungsgemäße magnetische Lagerelement. Eine Nabe 1 ist mit einem Ringmagnet 2 umgeben, der um  $90^\circ$  zueinander versetzte, sich radial erstreckende Schlitze 4 aufweist. An diesem in vier Segmente geteilten Ringmagnet 2 schließt sich ein weiterer Ringmagnet 3 an. Letzterer ist ebenfalls durch vier um  $90^\circ$  zueinander versetzte, sich radial erstreckende Schlitze 4 in vier Segmente geteilt. Dabei sind die Schlitze 4 des Ringmagneten 3 gegenüber den Schlitzen 4 des Ringmagneten 2 um  $45^\circ$  versetzt angeordnet. Auf die Ringmagnete 2, 3 und die Nabe 1 ist eine Bandage 5 mit einer Vorspannung aufgezogen, die dafür sorgt, daß die

Ringmagnete 2, 3 sowie der Ringmagnet 2 und die Nabe 1 mit radial nach innen gerichteter Kraft aneinanderliegen.

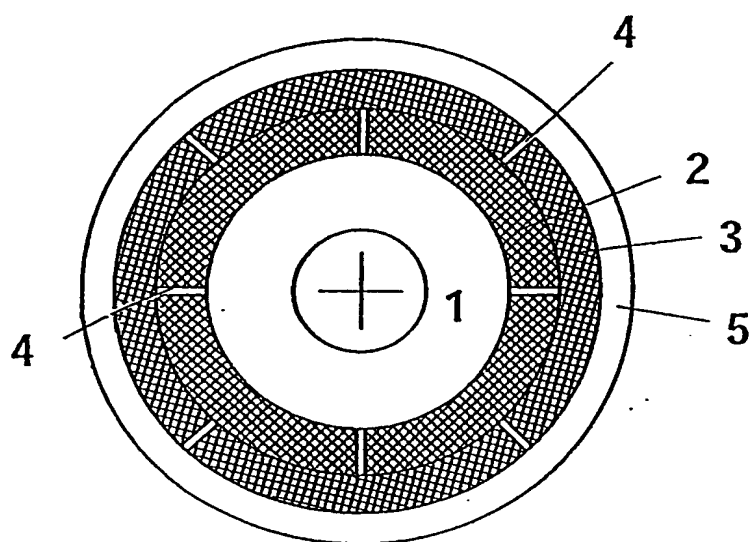
Ansprüche:Magnetisches Lagerelement

1. Magnetisches Lagerelement mit wenigstens einem Ringförmigen Permanentmagneten (2,3), der von einer ringförmigen Bandage (5) umgeben ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet (2,3) an wenigstens einer Stelle (4) aufgetrennt und dort beabstandet ist.
2. Magnetisches Lagerelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stelle (4) als ein sich radial erstreckender Schlitz ausgebildet ist.
3. Magnetisches Lagerelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet (2,3) an mehreren Stellen (4) aufgetrennt und beabstandet ist.
4. Magnetisches Lagerelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellen (4) über dem Umfang des Permanentmagneten (2,3) gleichmäßig verteilt sind.
5. Magnetisches Lagerelement nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Lagerelement mehrere, konzentrisch zueinander angeordnete Permanentmagneten

(2,3) aufweist, die sämtlich an wenigstens einer Stelle (4) aufgetrennt und dort beabstandet sind.

6. Magnetisches Lagerelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellen (4), an denen die Permanentmagnete (2,3) aufgetrennt und dort beabstandet sind, in Umfangsrichtung zueinander versetzt sind.
7. Magnetisches Lagerelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmige Bandage (5) aus einem Kohlefaserwerkstoff gebildet ist.

1/1





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/007054

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F16C39/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F16C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 97/09664 A (UNIV CHICAGO) 13 March 1997 (1997-03-13)	1-4
Y	page 7, paragraph 3 - page 8, paragraph 1; figure 4	5-7
Y	EP 0 728 956 A (SEIKO EPSON CORP) 28 August 1996 (1996-08-28)	5,6
A	abstract column 15, paragraph 3; figure 7 column 29, line 41 - column 32, line 43; figures 23-31b	1-4
Y	US 5 126 610 A (FREMEREY JOHAN K) 30 June 1992 (1992-06-30) abstract column 8, line 32 - line 50; figures	7
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 October 2004

Date of mailing of the international search report

18/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Axelsson, T

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/007054

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 668 885 A (SCHELLER WILHELM G) 26 May 1987 (1987-05-26) abstract column 3, line 14 - column 4, line 23; figures -----	1-5
A	US 5 710 469 A (RIES GUENTER) 20 January 1998 (1998-01-20) abstract column 7, line 3 - line 55; figures 4,5 -----	1-4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/007054

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9709664	A	13-03-1997	US 5722303 A AU 6906496 A WO 9709664 A1	03-03-1998 27-03-1997 13-03-1997
EP 0728956	A	28-08-1996	JP 8334123 A DE 69627564 D1 DE 69627564 T2 EP 0728956 A1 US 5838082 A	17-12-1996 28-05-2003 04-03-2004 28-08-1996 17-11-1998
US 5126610	A	30-06-1992	DE 3808331 A1 AT 97270 T CA 1329945 C DE 3844563 A1 DE 58906127 D1 DK 115089 A EP 0332979 A2 ES 2048223 T3 JP 1279116 A JP 3121819 B2 SU 1711681 A3	28-09-1989 15-11-1993 31-05-1994 23-11-1989 16-12-1993 13-09-1989 20-09-1989 16-03-1994 09-11-1989 09-01-2001 07-02-1992
US 4668885	A	26-05-1987	CA 1217040 A1	27-01-1987
US 5710469	A	20-01-1998	DE 4436831 A1 JP 7229517 A	14-06-1995 29-08-1995

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007054

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F16C39/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F16C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 97/09664 A (UNIV CHICAGO) 13. März 1997 (1997-03-13)	1-4
Y	Seite 7, Absatz 3 - Seite 8, Absatz 1; Abbildung 4	5-7
Y	EP 0 728 956 A (SEIKO EPSON CORP) 28. August 1996 (1996-08-28)	5,6
A	Zusammenfassung Spalte 15, Absatz 3; Abbildung 7 Spalte 29, Zeile 41 - Spalte 32, Zeile 43; Abbildungen 23-31b	1-4
Y	US 5 126 610 A (FREMEREY JOHAN K) 30. Juni 1992 (1992-06-30) Zusammenfassung Spalte 8, Zeile 32 - Zeile 50; Abbildungen	7
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Oktober 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/10/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Axelsson, T

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007054

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 668 885 A (SCHELLER WILHELM G) 26. Mai 1987 (1987-05-26) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 14 - Spalte 4, Zeile 23; Abbildungen	1-5
A	US 5 710 469 A (RIES GUENTER) 20. Januar 1998 (1998-01-20) Zusammenfassung Spalte 7, Zeile 3 - Zeile 55; Abbildungen 4,5	1-4

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007054

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9709664	A	13-03-1997	US 5722303 A AU 6906496 A WO 9709664 A1	03-03-1998 27-03-1997 13-03-1997
EP 0728956	A	28-08-1996	JP 8334123 A DE 69627564 D1 DE 69627564 T2 EP 0728956 A1 US 5838082 A	17-12-1996 28-05-2003 04-03-2004 28-08-1996 17-11-1998
US 5126610	A	30-06-1992	DE 3808331 A1 AT 97270 T CA 1329945 C DE 3844563 A1 DE 58906127 D1 DK 115089 A EP 0332979 A2 ES 2048223 T3 JP 1279116 A JP 3121819 B2 SU 1711681 A3	28-09-1989 15-11-1993 31-05-1994 23-11-1989 16-12-1993 13-09-1989 20-09-1989 16-03-1994 09-11-1989 09-01-2001 07-02-1992
US 4668885	A	26-05-1987	CA 1217040 A1	27-01-1987
US 5710469	A	20-01-1998	DE 4436831 A1 JP 7229517 A	14-06-1995 29-08-1995